

который сифон заправляется рабочей жидкостью и закрывается после удаления из него воздуха. При проведении измерений нижний конец термосифона (зона теплосъема) погружался в кипящую воду, а на верхнем конце (зона теплоотдачи) снималась динамика изменения температуры. Измерение температуры осуществлялось с помощью термопары. Для уменьшения теплообмена с окружающей средой термосифон был покрыт теплоизоляцией.

Для определения эффективного коэффициента теплопроводности была разработана компьютерная модель описанного термосифона в программе ABAQUS. В процессе компьютерного моделирования подбирался коэффициент теплопроводности термосифона, который позволял добиться совпадения экспериментальной и расчетной зависимости температуры зоны теплосъема термосифона от времени. Экспериментальная и расчетная зависимости температуры от времени представлены на графике (рис. 1). Эффективная теплопроводность термосифона с водой в качестве рабочей жидкости в соответствии с результатами опыта составила около $7800 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, что примерно в 4 раз выше теплопроводности алмаза.

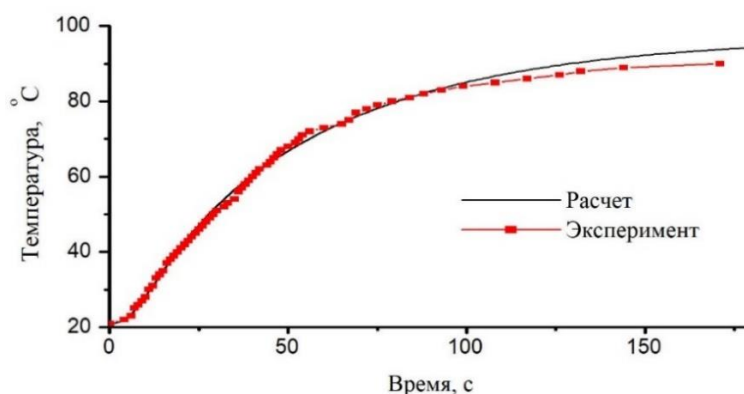


Рис. 1. Сравнение динамики изменения температуры в области термопары (эксперимент и модель).

Литература

1. Мухамбетов, А.М. Классификация систем охлаждения на основе конструктивных особенностей охлаждаемого элемента / А.М. Мухамбетов, И.М. Рыбаков, Н.В. Горячев // Труды XXI-го международного симпозиума «Надежность и качество», Т.2. – Пенза, 2016. – С. 59 – 61.

УДК 621.318.43+621.086.23

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОЛЕНОИДА С УПРУГИМИ СВОЙСТВАМИ

Студент гр. 11307120 Грузд Н.А.

Кандидат техн. наук, доцент Филонова М.И.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Тенденции в области приборостроения направлены на уменьшение габаритов устройств с целью повышения их компактности и удобства использования. Прежде всего это касается устройств медицинского назначения, в частности протезов утраченных органов и конечностей, когда внедрение сложных систем преобразования движения не предоставляется возможным, а незначительная поломка может нанести вред здоровью пациента.

При проектировании бионических протезов конечностей целесообразным является применение линейных электроприводов, позволяющих обеспечить протезу большее число свободы движений при относительно небольших размерах [1]. Работа таких двигателей осуществляется за счет электромагнитных сил, возникающих в катушке (соленоиде), причем обратный ход реализован за счет дополнительного конструктивного элемента – пружины сжатия. Объединение функций данных двух элементов (соленоида и пружины) в одном позволит упростить конструкцию привода и снизить себестоимость его производства. Такое изделие должно представлять собой катушку, выполненную из проводникового материала с высокими упругими свойствами, изначально имеющую просветы между витками.

Традиционно пружины разделяют на классы, виды и разряды. Класс пружины характеризует режим нагружения и выносливости, а также определяет основные требования к материалам и

технологии изготовления [2]. Пружины сжатия, подвергаемые циклическим нагрузкам, относят к III кассу и изготавливают из стальной углеродистой проволоки по ГОСТ 9389. Однако стальная пружина не будет обладать свойствами соленоида. Пружину-соленоид можно изготовить из проволоки CuNb (70 % меди и 30 % ниобия). Материал характеризуется высоким модулем упругости и высокой прочностью на разрыв до 1,2 ГПа, при электропроводности свыше 60 % IACS.

В условиях промышленных предприятий навивка пружин осуществляется на специальных пружинонавивочных станках или на переоборудованных токарных. Возможно применение ручной оснастки или специализированных полуавтоматов. Из проволоки до 8 мм в диаметре пружины навивают в холодном состоянии и не подвергают закалке [3].

Известен метод намотки соленоида в лаборатории сильных магнитных полей СарФТИ НИЯУ МИФИ, применяемый в рамках разработки многovitкового соленоида для получения магнитных полей свыше 50 Тл [4]. Предварительно провод обматывается стеклотканевой лентой, затем протаскивается через фильеру и наматывается на барабан. Навивка производится при помощи специальной технологической оснастки. Для увеличения проводимости и прочности производится охлаждение соленоида жидким азотом.

Соленоид с упругими свойствами может применяться также в устройствах наподобие электрогидравлического привода Козлова [5]. Приводы такого рода найдут широкое применение в робототехнике, а их внедрение в область протезирования позволит повысить технологичность конструкции и приблизит появление так называемых «мягких» протезов.

Литература

1. Линейный электродвигатель: пат. RU2705205 / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» / Г.В. Атанов, С.Н. Антонов, Г.В. Никитенко. – Оpubл. 06.11.2019.
2. Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.3. / В.И. Ануриев. – 8-е изд., перераб. и доп., под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение. 2001. – 864 с.
3. Технология изготовления пружин и требования к ним / КурскМК [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: Технология изготовления пружин и требования к ним (kurskmk.com). – Дата доступа: 12.03.2022
4. Разработка многovitкового соленоида для получения магнитных полей свыше 50 Тл / И.В. Макаров [и др.] // Электрофизические исследования при высоких интенсивностях воздействия. – С. 258–265.
5. Электрогидравлический привод Козлова: пат. СССР № 901611 / А.А.Козлов. – Оpubл. 30.01.1982.

УДК 615.477.2

ПОНЯТИЕ БИОНИЧЕСКОГО ПРИВОДА И ЕГО СУЩЕСТВУЮЩИЕ АНАЛОГИ

Студенты гр. 11307120 Грузд Н.А., Едало Е.И.

Кандидат техн. наук, доцент Монич С.Г.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Современные модели протезов зачастую превосходят по функциональности человеческое тело, однако ряд факторов, таких как отсутствие осязания и интуитивного управления, не позволяет в полной мере компенсировать утраченную конечность. Задачи такого рода являются объектом исследований бионики или биомиметики. Бионика – прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, то есть формы живого в природе и их промышленные аналоги [1].

Бионические протезы, принцип работы которых основан на считывании электромиографических сигналов, приводятся в действие при помощи сервоприводов. Безусловно, сервоприводы имеют ряд преимуществ, однако предполагают наличие цепей преобразования движения, что при ограниченных габаритах протезного устройства усложняет конструкцию и приводит к ограничению подвижности.

Одним из перспективных направлений в решении данной проблемы является разработка так называемых искусственных мышц. За последнее десятилетие было проведено не мало исследований, направленных на создание приводных устройств, способных имитировать принцип работы мышечных тканей человека. Существующие конструкции искусственных мышц содержат